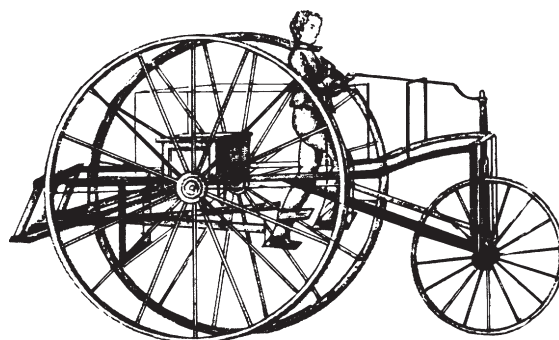


TESIS DIDÁCTICAS



Límite finito de una sucesión: fenómenos que organiza

Tesis doctoral

Autor: Francisco Javier Claros Mellado
Director: Moisés Coriat Benarroch
Programa: Didáctica de la Matemática
Lugar: Universidad de Granada
Fecha: 15 de julio de 2010
Calificación: Sobresaliente cum laude

Los datos referentes a la tesis (autor, título, tribunal, etc.) así como un resumen de la misma pueden consultarse en la base de datos «teseo»:

<https://www.educacion.es/teseo/mostrarrRef.do?ref=884049>

El documento completo se puede descargar de la página del Grupo de Pensamiento Numérico:

http://fqm193.ugr.es/produccion-cientifica/tesis/ver_detalle/6586/descargar/

Resumen

La investigación se desarrolla en seis capítulos; descubre dos fenómenos que organiza la definición de límite finito de una sucesión y estudia relaciones entre tales fenómenos y la propia definición.

El capítulo primero realiza una revisión de antecedentes; muestra cómo relevantes investigaciones han tratado de manejar no-diferenciada varios tipos de límites

(límite infinito de una sucesión, límite finito de una sucesión, límite de una función). Constituye un paso esencial para configurar un marco teórico.

En el segundo capítulo, el autor sustenta ese marco en tres pilares: Fenomenología (Freudenthal, 1983), Sistemas de Representación (Castro y Castro, 1997 y Rico, 2000) y Pensamiento Matemático Avanzado (Dreyfus, 1990 y Tall, 1991). Además, expone la metodología, los objetivos y las hipótesis de investigación.

La descripción y análisis detallado de los fenómenos se desarrolla en el capítulo tercero. La investigación expone (y ésta es su aportación principal) cómo el límite finito de una sucesión organiza los dos fenómenos siguientes.

– *Aproximación simple intuitiva (a.s.i.).* Dados k términos ordenados de una sucesión, generalmente consecutivos, $(1, a_1), (2, a_2), \dots, (k, a_k)$, caracterizamos la aproximación simple intuitiva como el fenómeno observado al inspeccionar la secuencia de valores a_1, a_2, \dots, a_k cuando «parecen acercarse» a otro valor fijo. *Modelo:* En la sucesión $(1, 1), (2, 1/2), (3, 1/3), \dots$, los términos $1/n$, parecen acercarse a 0 a medida que n crece.

– *Retroalimentación o ida-vuelta en sucesiones (i.v.s.).* Una vez establecido el entorno del candidato a límite con el ϵ dado, «vamos» desde éste hacia la variable natural para determinar el correspondiente n asociado a ϵ y «volvemos»

al entorno del límite para comprobar que las imágenes así obtenidas pertenecen al entorno considerado. En la retroalimentación se lleva a cabo la construcción efectiva de una nueva función $(\epsilon, n(\epsilon))$ que queda vinculada unívocamente a la sucesión. De hecho, con el apoyo de la propia sucesión de referencia, la definición formal de límite finito de una sucesión induce la construcción simbólica de tal función o la demostración de su existencia, la cual sirve para establecer una propiedad de la sucesión dada. *Modelo:* Partiendo de la sucesión $(n, 1/n)$ se construye la función $(\epsilon, E(1/\epsilon) + 1)$ donde E designa la función parte entera. Una vez fijado ϵ , tenemos que determinar n_0 a partir del cual $1/n < \epsilon$; resolviendo esta inecuación tendríamos que n debe ser mayor que $(1/\epsilon) + 1$. Para asegurarnos de que sea un número natural, tomamos $n_0 = E(1/\epsilon) + 1$.

En el capítulo cuarto se estudian 30 libros de texto de bachillerato publicados entre 1933 y 2005. Se analizaron los libros para observar los fenómenos indicados. El recuento de la frecuencia con la que apareció cada fenómeno arrojó una serie de conclusiones generales: 1) Hasta los años 70, el fenómeno de aproximación simple intuitiva (a.s.i.) es casi inexistente. 2) Durante los años 80, se producen diferentes experimentos en los libros de texto, con presencia de diferentes códigos de fenómenos. Estos experimentos anticipan una disminución frecuencial del fenómeno i.v.s. y un correspondiente aumento de la fre-

cuencia del fenómeno a.s.i. 3) Tal hecho se produjo sobre todo a partir de los años 90, en los que se observó una correlativa lenta reducción de los sistemas de representación a favor del sistema de representación verbal.

El capítulo cinco lleva a cabo un trabajo con alumnos para buscar esos fenómenos en sus producciones; se describen las etapas diseñadas para elaborar el instrumento (cuestionario de 4 preguntas; categorías de análisis), su administración a 143 alumnos de tres IES de la comunidad de Madrid y los resultados obtenidos. Los alumnos, en la mayoría de sus respuestas, usaron la representación verbal en el fenómeno a.s.i., pero apenas la usaron en el fenómeno i.v.s.

El capítulo sexto revisa los resultados obtenidos, expone reflexiones adicionales y enuncia tareas pendientes, entre las que se incluye la elaboración de una secuencia didáctica que incorpore los fenómenos en el proceso de enseñanza-aprendizaje del límite finito de una sucesión.

Conciencia ambiental y formación de maestras y maestros

Tesis doctoral

Autora: María del Carmen Acebal Expósito
Director: Dr. Vito Brero Peinado
Lugar: Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga
Programa: Didáctica de las Ciencias Experimentales y Didáctica de la Matemática
Fecha: 5 de julio de 2010

Resumen

Esta tesis representa un recorrido largo y diverso a través de vivencias y actividades relacionadas con la Didáctica de las Ciencias y con la Educación Ambiental que desencadena la convicción de la necesidad de analizar las dificultades para la generación de conciencia ambiental en la formación de formadores.

Se ha indagado sobre conocimientos, actitudes, valores y comportamientos que ponen de manifiesto el grado de conciencia ambiental de nuestros estudiantes de magisterio de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga, España, y la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Cuyo de Mendoza, Argentina.

El marco teórico de la investigación parte desde las consideraciones hacia la evolución de la investigación en Educación Ambiental en el contexto global para luego particularizar en los dos escenarios elegidos y se realiza una breve referencia a otras tesis con temáticas relacionadas, para concluir este apartado con las tendencias actuales de investigación en Educación Ambiental.

En la misma línea de fundamentación teórica, se analizan diferentes interpretaciones del concepto de conciencia ambiental así como las relaciones entre la misma y los niveles de moralidad, actitudes y conductas; la dependencia de aquella con las formas de entender el mundo, su relación con naturaleza y cultura, crecimiento y desarrollo, nivel de vida y calidad de vida. Analizando y reflexionando al final de este aspecto acerca del conflicto de relaciones Norte-Sur y la Educación Ambiental.

Como último aspecto de la defensa teórica de esta tesis, se plantea mediante un análisis crítico de la evolución en los diferentes enfoques sostenidos en la legislación educativa de ambos países, la necesidad de instalar la Educación Ambiental de forma concreta y eficiente en la formación de maestros para conseguir una conciencia ambiental adecuada al menos al entorno inmediato de los futuros educadores.

Los desencadenantes de este trabajo de investigación se identifican a partir de las indagaciones preliminares para la celebración de la Eco'92, Cumbre de la Tierra donde se manifestó un clamor unánime de impostergabilidad de implantación de Educación Ambiental y posteriormente, a través de casi dos décadas, en la permanencia en esta línea de sondeo que nos permitía percibir una considerable ausencia de formación ambiental que posibilitara a los formadores abordar cuestiones propias del medio ambiente.

Se han obtenido datos a partir de una encuesta del tipo cuestionario, con preguntas lo suficientemente abiertas de tal forma que llegaran a todos y cada uno de los encuestados con interrogantes que se refieren a aspectos cognitivos, afectivos, conativos y activos o de conductas inherentes a determinadas actitudes. De tal modo que las veinte preguntas que componían el instrumento de obtención de datos comprendían dieciséis de tipo abierto, tres semiestructuradas y una de opción libre. Fue aplicado a un total de 155 estudiantes: 68 alumnos de magisterio de la asignatura Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica, de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga; 45 alumnos de magisterio de la asignatura Didáctica General de la Facultad de

Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Cuyo de Mendoza y a 35 estudiantes del curso de Especialista en Educación Ambiental, que comprendía 7 alumnos de la licenciatura en Geografía de la Universidad de Málaga y 28 de magisterio de la Universidad de Málaga.

Con el análisis de los datos realizado se ha tratado de profundizar en cada uno de los datos para obtener ideas particularizadas de las distintas cuestiones, de modo descriptivo, con comentarios que incluyen las variaciones más destacadas, en función de los rasgos sociodemográficos de los encuestados según el lugar donde se sitúan las muestras.

Se definieron categorías a partir del análisis de las respuestas a las diferentes preguntas que se integraron a grupos de macrocategorías dependientes de las dimensiones de la conciencia ambiental que pretendíamos indagar. Desde este tipo de interpretación surgieron indicadores de valoración de grados de posesión de cada una de las dimensiones; cognitiva, afectiva, conativa y activa, que permiten arribar a conclusiones coincidentes en lo general con las percepciones de partida.

De tal modo, para la dimensión afectiva, de acuerdo con las categorías surgidas, aparece la *valoración de situaciones ambientalmente preocupantes* como un indicador de esta faceta de la conciencia ambiental de los futuros formadores, sugiriendo que la consideración de la neutralidad de nuestra acciones como excusa de reacción ante determinadas problemáticas ambientales pone de manifiesto el tipo de creencias dominantes. Por su parte, para poder conformar una idea acerca de la adhesión a valores proambientales, después de considerar las categorías, emerge la *afinidad con distintas medidas para proteger el medio ambiente* como otro indicador de la faceta afectiva de la conciencia ambiental.

Dentro del análisis para la dimensión cognitiva han emergido los indicadores que permiten determinar la *relación entre conocimiento ambiental y tipos de educación, diversidad de conceptualización de aspectos medioambientales, competencia para identificar contenidos propios de la educación ambiental y facultad para reconocer organismos que actúan en defensa del medio ambiente*.

Cuando profundizamos en los datos obtenidos acerca de la dimensión conativa, nos encontramos con categorías que generan indicadores de: *Predisposición hacia la Educación Ambiental como generadora de conciencia ambiental y de determinación a la formación ambiental*.

Por último, para la dimensión activa se obtuvieron indicadores del: *reconoci-*

miento de actuaciones propias y habituales y manifestación de coherencia entre actitudes y conductas esporádicas.

De estos resultados se han derivado una serie de conclusiones, implicaciones didácticas y vías para continuar la investigación que se resumen a continuación:

Para la dimensión afectiva que nos permite estimar el grado de sensibilidad y valoración ambiental, demuestran: pertenencia al medio a través de la explicación de pequeñas acciones positivas, poseen un bajo nivel de implicación, manifiesto por el rechazo a la participación política y la primacía de los intereses económicos sobre los ambientales.

Con la consideración de la dimensión cognitiva, obtenemos información acerca de la formación, fuentes de información y conocimiento acerca de los contenidos propios de la Educación Ambiental y percibimos: caída de valoración familiar y sobrevaloración de expectativas informativas hacia los medios, de la educación formal esperan obtener sobre todo conocimientos científicos; poseen conocimiento poco adecuado para interpretar y actuar en la resolución de problemáticas ambientales; pueden reconocer los contenidos propios de la educación ambiental y los necesarios para el educador ambiental con principal referencia a contenidos científicos.

Como conclusiones referidas a la dimensión conativa, que nos muestra la decisión de obtener conciencia ambiental desde la Educación Ambiental: reconocen la Educación Ambiental como generadora de conciencia ambiental, destacan la escuela como sitio de generación de conciencia ambiental y declaran una real determinación hacia la propia formación como maestro modelo.

Por último, al indagar acerca de la dimensión activa, que nos evidencia actitudes y conductas, se observa: imposibilidad de reconocer conductas propias y rutinarias, relacionada con el medio y un activismo ambiental esporádico asociado a la etapa de formación escolar.

Para que la conciencia ambiental adquirida reúna las características adecuadas al entorno (temporal y espacial) donde desarrollen sus actuaciones educativas concretas, se hace imprescindible una formación inicial y permanente de los educadores que corre parejas con el desarrollo curricular de los educandos.

Como trabajos inmediatos y futuros se sugiere:

Investigar acerca de: capacitación permanente del profesorado y sobre competencias propias de Educación Ambiental.

Elaborar y evaluar: materiales didácticos para el logro de competencias en Educación Ambiental, acordes con las necesidades de cada contexto y estrategias para adquirir las cuatro dimensiones propuestas en forma equilibrada y conseguir la conciencia ambiental necesaria a cada contexto educativo.

Enseñanza de límite y continuidad en la universidad: estudio de organizaciones matemáticas y didácticas

Tesis doctoral

Autora: Ana Rosa Corica

Director: María Rita Otero

Lugar: Facultad de Filosofía y Humanidades. Universidad Nacional de Córdoba

Programa: Doctorado en Ciencias de la Educación

Fecha: 30 de junio de 2010

Resumen

Esta investigación se ubica dentro de la problemática de la enseñanza de la matemática en la universidad, específicamente en el estudio de nociones fundamentales de cálculo como el límite y la continuidad de funciones. Se realizó una investigación de tipo descriptiva e interpretativa abordando aspectos didácticos y cognitivos. El trabajo concluye con la propuesta de algunos principios básicos para la elaboración de un dispositivo didáctico que intenta superar las dificultades detectadas en la enseñanza tradicional del cálculo.

En la investigación se adoptaron dos marcos teóricos: uno cognitivo y otro didáctico. Si bien dichos referenciales teóricos aluden a dominios explicativos diferentes y dan cuenta de fenómenos diferentes, es posible tender puentes entre ambos, a partir de ciertos puntos de contacto y de posiciones comunes, que aportan una mirada interdisciplinaria para estudios en educación matemática. Como referencial didáctico se adoptó la Teoría Antropológica de lo Didáctico para abordar cuestiones relacionadas con la forma en que se gestiona el proceso de estudio de las praxeologías universitarias. Y como referencial cognitivo se adoptó la Teoría de Aprendizaje Significativo Crítico, para analizar las características del aprendizaje que pueden realizar los alumnos, según las condiciones de estudio que se ofrecen.

Se definió una *organización matemática de referencia* y se reconstruyó la *organi-*

zación matemática a ser enseñada y la *efectivamente enseñada* en torno al límite y continuidad de funciones. El estudio se realizó en un curso de cálculo masivo (compuesto anualmente por alrededor de 280 estudiantes), que corresponde al primer año del ciclo básico de todas las carreras relativas a la formación en ciencias básicas y aplicadas, en una facultad de Ciencias Exactas, de una universidad nacional argentina. Los resultados obtenidos de la descripción de las organizaciones se triangulaban con una encuesta realizada a estudiantes del curso.

Los principales resultados confirman que en la universidad se estudian organizaciones matemáticas puntuales y rígidas, que sólo conducen a la revisión de algoritmos algebraicos. La manera en que se gestionan las clases teóricas y prácticas no favorece la integración de las praxeologías que se estudian en ellas. Las clases teóricas se caracterizan por ser del estilo *tradicional*, pues el momento de constitución del entorno tecnológico-teórico aparece como la primera etapa del proceso de estudio. Por otro lado, en las clases prácticas hay un predominio del momento exploratorio del tipo de tareas y una fuerte tendencia a la enseñanza de técnicas algorítmicas, alejándose de un legítimo trabajo de la técnica. En el curso, no se propicia el cuestionamiento tecnológico de las técnicas matemáticas empleadas. La enseñanza se plantea a partir de un paradigma inamovible: todo está preparado para que las técnicas funcionen siempre que se las requiera y para que no exista ningún conflicto entre las técnicas que se disponen y las tareas matemáticas que se proponen.

En el proceso de estudio, el *topos* del profesor es el que prevalece, y las técnicas didácticas de los profesores se orientan a enseñar a cómo dar respuestas más que a cuestionar. A su vez, el *topos* del alumno acaba siendo reducido por los mismos estudiantes: reproducen lo que el profesor hace y dice, limitándose a cuestionar y caracterizándose por ser muy poco críticos con respecto al mundo que se les presenta. Las condiciones que la enseñanza universitaria de corte monumentalista y tradicional ofrece actualmente no permite a los estudiantes el desarrollo de la suficiente autonomía para el estudio de la Matemática, ni la realización de aprendizajes importantes, pues no propicia la formación de sujetos críticos.

Finalmente, se proponen los principios germinales de un posible y por ahora tentativo *Recorrido de Estudio e Investigación* para ser implementado en la universidad, que será desarrollado en próximas investigaciones. Los principios básicos del recorrido propuesto requieren dispo-

sitivos didácticos muy diferentes de los actuales, dirigidos a permitir el estudio de tareas que emergen de una cuestión viva y fecunda: *¿De qué manera analizar los diferentes tipos de variaciones?* y que traza diferentes caminos para estudiar las praxeologías que se proponen en el curso. El dispositivo intenta abandonar el paradigma monumentalista que conduce al estudio de praxeologías aisladas y carentes de razón de ser.

Hacia la construcción de una ecología representacional: aproximación al aprendizaje como argumentación desde la perspectiva de Stephen Toulmin

Tesis doctoral

Autora: Berta Lucila Henao Sierra
Directores: Dr. Marco Antonio Moreira, Dra. María Silvia Stipchic
Lugar: Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Burgos en convenio con la Universitat Federal Rio Grande do Sul
Programa: Programa internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias
Fecha: junio de 2010

Resumen

Desde una perspectiva epistemológica moderada, con base en aportes de S. Toulmin respecto al papel de la *racionalidad* como factor de cambio en los procesos de construcción y validación de conocimientos, este trabajo reivindica el papel de la argumentación como proceso que hace posible criticar, justificar, elegir y defender puntos de vista o hipótesis de solución a problemas dados.

Concordamos con Toulmin en que la flexibilidad intelectual es el motor de la dinámica inherente a la cultura científica, el factor subyacente a los cambios en las maneras científicas de representar y explicar los fenómenos. Sólo la apertura a la crítica hace posible una mejora en las explicaciones; y en coherencia, la educación en ciencias o *enculturación* es un proceso que implica llegar a quienes se forman en una disciplina la capacidad crítica y propositiva que permite tales mejoras.

Con el propósito de resaltar la *racionalidad* en la construcción de conocimientos, nos acercamos al devenir histórico del concepto *sustancia*, mostrando la presencia de explicaciones que desde otras perspectivas han sido tachadas como metafísicas e irracionales. Y, en

torno a dicho concepto, por la vía de un *estudio de caso cualitativo interpretativo*, asumimos la construcción de la *ecología representacional* que comparte un grupo de maestros en formación, abocados al aprendizaje de asuntos relacionados con la argumentación no formal.

Restringimos la búsqueda constructiva de la *ecología representacional* a las cuestiones de orden ontológico, epistemológico, disciplinar y valorativo que tienen que ver con los significados que otorgan los participantes del Seminario de Lógica de las Ciencias al concepto *sustancia* y a otros que con éste se relacionan, en discusiones y reflexiones propuestas en dicho seminario.

Al interés pedagógico y didáctico de incentivar la argumentación sustantiva en las clases de ciencias, articulamos la pretensión de señalar el valor del modelo argumental de Toulmin –MAT– como estrategia didáctica que posibilita una autorregulación de los aprendizajes. Resaltamos esta cuestión como un hallazgo importante de este trabajo y presentamos el modelo como rejilla que nos ha permitido recabar datos y analizarlos.

Respecto a los componentes y a la dinámica de la ecología representacional, los análisis nos permiten decir que priman rasgos de perspectiva epistemológica moderada; no obstante, algunos seminaristas expresan concordancias con visiones empiristas, racionalistas y, en especial, con un dogmatismo de difícil remoción. Cuestiones que inferimos de, por ejemplo, dificultades en la construcción de refutaciones y uso frecuente de definiciones del tipo *verdades incuestionables* tomadas de libros de texto.

Articuladas a las informaciones de dichos libros, inferimos la presencia de un saber disciplinar que los mismos seminaristas reconocen como poco apropiado. No obstante, la construcción de propuestas de enseñanza, a la que se ven abocados los participantes como producto final del seminario, nos permite identificar logros respecto a lo disciplinar y a la articulación de este ámbito con reflexiones de orden epistemológico.

En síntesis podemos decir que al modo de las *ecologías intelectuales* en la historia de la Química, hallamos una *ecología representacional* que deviene en cambios, permanencias, rupturas, avances y vueltas atrás; así como en consensos, disensos y diversidades.

Asimismo, consideramos importante resaltar que el uso didáctico de la argumentación y específicamente del modelo

de Toulmin, posibilita un avance hacia el enseñar a hacer ciencias, es decir, enseñar a justificar, razonar, discutir y debatir, al tiempo que, como un legado cultural, se apropia y fomenta el antidogmatismo y con éste, la autorregulación de los aprendizajes con base en una crítica constructiva.

Progresiones de aprendizaje en el área del enlace químico. Análisis de coherencia entre capacidades de los estudiantes y las representaciones usadas en los libros de texto

Tesis doctoral

Autora: Marta Liliana Matus Leites
Directores: Alicia Benarroch Benarroch y Nora Nappa
Departamento: Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada
Programa: Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología
Fecha: 7 de diciembre de 2009

Resumen

Uno de los conceptos estructurantes de la Química y sobre el que se fundamenta una buena parte de sus contenidos, es el de enlace químico. Se trata de un concepto de elevado grado de abstracción que hace uso de distintos tipos de imágenes o representaciones externas, según sean los aspectos del fenómeno que se trata de explicar. Esto dificulta su enseñanza y aprendizaje que, paralelamente a la actividad científica, se fundamenta en esta pluralidad de imágenes o representaciones externas.

A pesar de los numerosos estudios que ponen de manifiesto estas dificultades, hay escasas investigaciones que hayan intentado analizar el grado de coherencia entre las imágenes y representaciones externas que se usan en la enseñanza del enlace químico y las capacidades de los estudiantes para comprenderlas. Ésta es la finalidad última de este trabajo, en cuyo desarrollo se pueden diferenciar dos partes:

a) por un lado, se analizan las imágenes o representaciones externas utilizadas en los libros de texto para la enseñanza del enlace químico a estudiantes de 12, 15 y 18 años (hipótesis de progresión utilizada en la enseñanza) y,

b) por otro, se indaga en las capacidades de los estudiantes de estas edades (12, 15 y 18 años) en relación con este concepto, a través de la identificación de los sucesivos niveles

explicativos o formas progresivamente más sofisticadas de razonar que tienen los estudiantes a las edades consideradas (hipótesis de progresión en el aprendizaje).

Para el primer apartado, se analizaron las representaciones e imágenes de los libros de texto teniendo en cuenta tres criterios: *a)* su grado de iconicidad, usando la clasificación de Perales y Jiménez (2004); *b)* el lenguaje involucrado, usando la clasificación de Galagovsky (2004); y *c)* el modelo atómico exigido para su comprensión (Matus et al., 2008). La muestra, estratificada, estuvo constituida por 18 libros de texto de los niveles de enseñanza de la Educación Argentina correspondientes a 12, 15 y 18 años, lo que implicó el análisis de 210 imágenes en total. A pesar de la gran diversidad de resultados, se pueden trazar unas tendencias generales que determinan la hipótesis de progresión propuesta por los autores de los libros de texto para la enseñanza de este contenido.

Para el estudio de los sucesivos niveles explicativos, se utilizó el marco teórico y metodológico usado en investigaciones previas con fines análogos respecto a otros contenidos (Marín, Jiménez y Benaroch, 2004), pero también la hipótesis de progresión alcanzada en los libros de texto. Concretamente, la técnica de recogida de datos fue la entrevista semiestructurada, cuya secuencia de preguntas fijas vino determinada por la hipótesis de progresión identificada en los libros de texto. La muestra estuvo constituida por 40 estudiantes de la provincia de San Juan, Argentina, de distintas edades: quince estudiantes de 12 años, quince estudiantes de 15 años y diez de 18 años. Tras un análisis cuantitativo multivariable y otro cualitativo posterior, se pudieron alcanzar 4 niveles explicativos en la construcción de las capacidades de los estudiantes sobre el enlace químico, cuyas características con sus elementos más destacados son:

Nivel 1: No se distingue entre la unión de los átomos que forman una molécula y la unión que liga las moléculas entre sí.

- No es posible la representación química.

- No es posible la comprensión del enlace químico en ninguno de sus modelos.

- Nivel conformado por estudiantes de 12 años.

Nivel 2: En un principio, no se distingue entre la unión de los átomos que forman una molécula y la unión que liga las moléculas. Sin embargo, con ayuda, resulta posible rectificar y asimilar esta distinción.

- Es posible un nivel inicial de representación química.

- Es posible un nivel inicial de comprensión del enlace químico, asociado a un átomo daltoniano, de modo que este modelo inicial de enlace químico nunca llega a ser el modelo electrónico o de alto nivel.

- Nivel constituido por estudiantes de 12 años y algunos de 15.

Nivel 3: Distinguen, tras la repetición, entre la unión de los átomos y la unión que liga las moléculas. Sin embargo, esta distinción no le permite ir más allá de esta asociación lo que hace que no sea enteramente funcional.

- Es posible la representación química molecular.

- Alcanzan a comprender un modelo de enlace químico de bajo nivel, y un modelo inicial o rudimentario de enlace químico electrónico o de alto nivel.

- Nivel integrado por estudiantes de 15 años y algunos de 12.

Nivel 4: Distinguen entre la unión fuerte entre los átomos que forman una molécula y la unión más débil que liga las moléculas entre sí.

- Es posible la representación química molecular y iónica.

- Alcanzan a comprender el enlace químico mediante modelos electrónicos.

- Nivel conformado por estudiantes de 18 años y algunos de 15.

El estudio concluye aportando herramientas útiles para el diseño de currículum tanto a gran escala como para mejorar las intervenciones educativas de los profesores en sus aulas, en relación con el enlace químico, al aportarle información sobre, *a)* los resultados de aprendizaje adaptados a las capacidades de los estudiantes; *b)* la diversidad de capacidades de los estudiantes de las diversas edades consideradas, y *c)* la secuencia de enseñanza que mejor se adapta a la progresión de aprendizaje de sus estudiantes.

Expectativas de aprendizaje y planificación curricular en un programa de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria

Tesis doctoral

Autor: D. José Luis Lupiáñez Gómez
Director: Dr. D. Luis Rico Romero

Departamento: Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada
Programa: Didáctica de la Matemática
Fecha: 13 de noviembre de 2009
Calificación: Sobresaliente cum laude

Resumen

Esta tesis doctoral se enmarca en la formación inicial de profesores de matemáticas de educación secundaria. Una de las líneas actuales de investigación abiertas en este campo es el establecimiento del perfil profesional de los futuros profesores en términos de las competencias que éstos deberían desarrollar para el ejercicio de su actividad docente. La competencia de planificación aparece de manera recurrente en estos trabajos.

Nuestro contexto es el de una asignatura de la Licenciatura de Matemáticas de la Universidad de Granada, que persigue promover y desarrollar la competencia de planificación en las matemáticas escolares de los futuros profesores, mediante el diseño de unidades didácticas. Parte del proceso consiste en establecer qué espera el profesor que aprendan sus escolares sobre un tema de matemáticas que se encuentren planificando, qué limitaciones pueden interferir ese proceso o cómo pueden favorecer que sus escolares aprendan.

Abordamos así la caracterización de un procedimiento que permita a los futuros profesores acometer la problemática del aprendizaje de un tema de matemáticas desde un punto de vista curricular. Para ello, nos centramos en el diseño e implementación de un programa que incluya, de modo coherente y fundamentado, un procedimiento de planificación del aprendizaje escolar. También nos preocupa el proceso de aprendizaje que siguen los profesores en formación sobre esa parte de la planificación docente y el conocimiento y las capacidades que desarrollan.

Por tanto, la primera pregunta de investigación que abordamos es la siguiente:

¿Cómo puede afrontar el profesor el estudio y la planificación del aprendizaje de los escolares acerca de un tema matemático específico?

Para ello, hemos establecido, caracterizado y fundamentado un procedimiento, denominado *análisis cognitivo*, sustentado en la noción de currículo y que aborda esa parte de la planificación docente según tres componentes: *a)* enunciar y justificar las *expectativas* de aprendizaje que el profesor tiene para sus escolares acerca de un tema de matemáticas, los objetivos específicos y su contribución al desarrollo de la competencia matemática; *b)* describir y organi-

zar las *limitaciones* que pueden surgir en el logro de esas expectativas, en términos de errores y dificultades; y c) diseñar y seleccionar las *oportunidades* de aprendizaje que el profesor brinda a los escolares para lograr tales expectativas y superar esas limitaciones. El procedimiento del análisis cognitivo, enmarcado dentro de otro más amplio, el análisis didáctico, permite al profesor planificar de manera estructurada y desde un punto de vista curricular el aprendizaje de los escolares para cada tema de matemáticas.

Partiendo de este resultado, abordamos la segunda pregunta de investigación:

¿Es posible diseñar e implementar el análisis cognitivo en un programa de formación inicial de profesores de matemáticas de educación secundaria desde una perspectiva funcional?

El diseño de la asignatura se sustenta en una visión funcional del aprendizaje de los futuros profesores. Los contenidos se organizan como herramientas para dar respuesta a la necesidad práctica de diseñar unidades didácticas. Los futuros profesores trabajan en pequeños grupos con los cuales se planifican sesiones y espacios para su actividad y para discusiones y debates conjuntos. En el curso 2008-2009, el análisis cognitivo ocupa un lugar primordial en el trabajo con los futuros profesores: se inicia con la problemática de la cognición escolar desde un punto de vista curricular y las tres herramientas del análisis cognitivo tienen una notable presencia en las sesiones. Participan 19 profesores en formación, organizados en cuatro grupos, cada uno de los cuales tiene asignado un tema de las matemáticas escolares sobre el que diseñan una unidad didáctica a partir de la información recopilada durante el curso.

En ese curso llevamos a cabo un estudio empírico, que enmarca la tercera pregunta de investigación:

¿Cómo desarrollan su competencia de planificación para las matemáticas escolares los grupos de futuros profesores que cursan ese programa formativo?

La noción de competencia de planificación la caracterizamos mediante los conocimientos y capacidades que han de desarrollar los futuros profesores para abordar el proceso de diseño y justificación de unidades didácticas. En este caso nos centramos en observar y caracterizar el grado de desarrollo en relación con el análisis cognitivo. La información surge de manera natural del desarrollo de la asignatura, de los diferentes trabajos y presentaciones realizados por los grupos. La estructura del análisis cognitivo permite elaborar un listado de variables de análisis de esas producciones. Los resultados generados

evidencian una serie de momentos y etapas en el proceso de aprendizaje de los grupos de futuros profesores en relación con cada una de las tres herramientas del análisis cognitivo, que muestran regularidades y singularidades notables y que dejan constancia de la complejidad de ese proceso de aprendizaje.

Esta investigación se realizó dentro del Grupo de Investigación *Didáctica de la Matemática. Pensamiento Numérico (FQM193)* del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación. Disponible en: <http://fqm193.ugr.es>.

El agua subterránea: estudio de esquemas de conocimiento en universitarios y estrategias didácticas para su aprendizaje significativo en estudiantes de secundaria

Tesis doctoral

Autora: Gracia Fernández Ferrer

Director: Francisco González García

Departamento: Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada
Programa de Doctorado: Fundamentos del currículum y formación del profesorado en las áreas de educación primaria y secundaria

Fecha de presentación: 16 de octubre de 2009

Resumen

El agua subterránea constituye la mayor reserva de agua dulce en estado líquido del planeta; sin embargo, en España hay escasez educativa al respecto. Desde la enseñanza se debe atender esta formación para un entendimiento del ciclo del agua en general y una participación activa del ciudadano en el cuidado y defensa del medio.

La investigación realizada, considerando los precedentes sobre el tema, tuvo cuatro finalidades: a) diagnosticar los esquemas de conocimiento en universitarios, determinando su posible origen y su grado de evolución; b) diseñar nuevas técnicas de recogida de datos, novedosas en este campo, como el análisis de imágenes y la invención de analogías; c) estudiar las representaciones existentes en los libros de texto; d) indagar posibles estrategias didácticas y actividades en estudiantes de ESO, partiendo de un contexto geológico y educativo determinado, obteniendo una propuesta de enseñanza-aprendizaje.

Los dos primeros objetivos se estudiaron conjuntamente, con metodología

cualitativa, a través de un cuestionario que abordó la importancia del agua subterránea dentro del ciclo del agua, el modelo de flujo y funcionamiento y conceptos asociados. Se estudió la correlación de las variables de estudio con las descriptivas de la muestra, relativas a la procedencia y estudios realizados. La muestra analizada fueron 506 estudiantes de la Universidad de Granada (varios cursos de magisterio, Biología, Geología, Química, Ambientales e Ingeniería de Caminos).

En el estudio de las representaciones del agua subterránea en las imágenes de libros de texto se analizaron 18 libros de 1.º y 2.º de ESO.

Para indagar las estrategias didácticas y actividades que favorezcan un aprendizaje significativo en estudiantes de 1.º de ESO, se parte de un contexto educativo representado por tres grupos de alumnos/as del CPR. Valle Verde, en Otívar (Granada) y de un contexto hidrogeológico donde se ubica el centro, con cercanía a dos acuíferos importantes. El estudio se realiza durante tres cursos académicos (2006-2009). La metodología utilizada es la investigación-acción, que gira en torno a tres ciclos de acción, aplicados a cada uno de los grupos. Cada ciclo de acción parte de un problema educativo, del que nacen unas hipótesis, seguidas del diseño y puesta en práctica de un plan de acción y consiguiente proceso de evaluación y reflexión de los resultados, de lo que surge un nuevo problema.

En relación con el estudio de los esquemas de conocimiento en universitarios, los resultados muestran un considerable desconocimiento de su localización, funcionamiento y concepto relacionados. En cuanto a los modelos de localización y flujo, se han detectado los descritos por investigaciones previas, como lagos, lagos y ríos o ríos, además de otros nuevos donde se hace una localización en los poros y fisuras de las rocas, o bien para contenerla o bien como medio de circulación del agua. Algunos de estos últimos han sido considerados modelos distorsionados tras un proceso de enseñanza-aprendizaje poco significativo. La influencia del entorno o estudios preuniversitarios es muy baja, siendo determinante el haber cursado la asignatura de Hidrogeología. En este sentido, se detecta una influencia diferente en estudiantes de ambientales frente a los de geológicas, lo que se interpreta como causado por una deficiente base en contenidos geológicos. Es notable el porcentaje de estudiantes que consideran la procedencia del agua subterránea desde el mar, lo que establece un paralelismo con el pensamiento hidrogeológico histórico. Es, también, notable la dificultad detectada para expresar lo que «se sabe» a través de diferentes lenguajes, como la expresión gráfica u oral frente a la escrita.

En el análisis icónico de libros se aporta una relación de aspectos a considerar en el análisis icónico y se detecta que las representaciones no son siempre las más adecuadas, hay uso indiscriminado de líneas cinéticas y pocas alusiones a conceptos como acuífero o nivel freático. Es positiva la alta redundancia entre lo textual y lo icónico.

En el estudio de las estrategias didácticas más adecuadas para el aprendizaje significativo, se observa que las metodologías activas, como la resolución de problemas abiertos, aumentan la motivación, interés y evolución de los esquemas de conocimiento. Es condición fundamental la necesidad de contextualizar las propuestas y de realizar actividades prácticas tanto de laboratorio como de campo.

Entre las implicaciones para futuras investigaciones destacamos en primer lugar la necesidad de una mayor alfabetización científica sobre el agua subterránea en todos los niveles educativos, teniendo en cuenta los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes; y por último, la utilidad del análisis de imágenes y de analogías como métodos para el estudio y mejor comprensión de los esquemas de conocimiento.

Aprendizaje y enseñanza de astronomía diurna en primaria: una propuesta basada en la concepción de la cognición como sistema jerárquico de diferenciaciones e integraciones y en la metodología de secuencias problematizadas

Tesis doctoral

Autor: Manuel Navarro-Pastor
Directores: Joaquín Martínez Torregrosa y Narciso Sauleda Pares
Lugar: Departamento Didáctica General y Didáctica Específica. Universidad de Alicante
Programa: Investigación educativa: Desarrollo curricular y profesional
Fecha: 11 de junio de 2009

Resumen

Este proyecto doctoral consiste en un amplio trabajo de investigación y desarrollo acerca de la cognición, el aprendizaje y la metodología didáctica, que es concretado para el caso de la astronomía diurna en primaria (movimiento aparente del Sol en el cielo).

Parte de la integración de determinados elementos de la teoría evolucionaria de

sistemas, la física del caos, la neurobiología y la epistemología genética para construir nuevas representaciones de los procesos cognitivos, una herramienta para cartografiar el espacio conceptual (evolutivo) en un determinado tema (eficaz, al menos, para el conocimiento descriptivo), una formalización del lenguaje didáctico y propuestas de metodología didáctica de distintos niveles jerárquicos. Todo ello es concretado para el movimiento del Sol en el cielo y es contrastado experimentalmente de forma iterativa, lo que genera un proceso retroalimentado de optimización de las propuestas.

Los mapas evolutivos representan (un subespacio de) el sistema conceptual del sujeto como un punto en el espacio conceptual resultante de las sucesivas diferenciaciones e integraciones posibles a partir de la percepción de un determinado ámbito del entorno natural (generalmente es necesario representarlos de forma simplificada). La situación del sujeto en tal espacio de fases resulta de las diferenciaciones e integraciones que éste ha realizado. Consecuentemente, el desarrollo conceptual individual consiste en un itinerario por dicho espacio. Éste se halla estructurado en capas de complejidad que corresponden a las sucesivas diferenciaciones. En el caso de la astronomía diurna el desarrollo implica un proceso previo de diferenciaciones e integraciones espaciales que miden el cielo, lo que supone un paso previo para la construcción de cualquier trayectoria. Los mapas evolutivos constituyen un modelo avanzado de progresiones de aprendizaje.

El mapa evolutivo sobre los movimientos del Sol en el cielo es puesto a prueba y optimizado mediante más de un centenar de entrevistas clínicas con niños de infantil y primaria. Los resultados muestran que todas las representaciones que hacen los niños son asimilables por el modelo y que los cambios que en ocasiones hacen en éstas corresponden a itinerarios previstos por el mismo. Muchas de tales representaciones carecen de sentido en ausencia del modelo y, en cambio, éste no sólo permite atribuirles un significado sino que identifica su estructura precisa. Esto conduce a la identificación de una amplia panoplia de errores conceptuales, así como de las diferenciaciones y/o las integraciones ausentes o fallidas que los originan y, por ende, la demanda precisa de aprendizaje en cada caso. Tal diagnóstico permite corregir con precisión quirúrgica el sistema conceptual (descriptivo) del sujeto. Las pruebas cualitativas son completadas con estudios cuantitativos que identifican a qué edades se producen determinadas diferenciaciones e integraciones.

La retroalimentación experimental del desarrollo teórico conduce asimismo a la

identificación de toda una serie de fenómenos cognitivos –desconocidos o escasamente formalizados hasta el momento, a saber del autor– correspondientes a determinados procesos ascendentes y/o descendentes, así como de ciertas micro-técnicas didácticas.

La formalización del (meta)lenguaje didáctico consiste en un desarrollo taxonómico de carácter binomial de las actividades de enseñanza de la ciencia, basado en consideraciones epistemológicas elementales. Introduce el importante concepto de enseñanza reflexiva, «intermedio» entre la expositiva y la investigativa (Autor, 2009). Por ejemplo, la mayoría de las actividades de los libros de texto del primer ciclo de primaria son de tipo reflexivo, no expositivas ni investigativas. La aplicación del modelo a un amplio número de diseños didácticos confirma su funcionalidad. Disponer de un lenguaje formalizado para las actividades de enseñanza de la ciencia facilita la docencia, el intercambio entre especialistas e incluso la propia reflexión didáctica.

A partir del trabajo anterior, se propone una aproximación a una posible teoría didáctica para la enseñanza de la ciencia en primaria, concretada en una serie de diseños didácticos para el tercer ciclo de primaria, que se nutren de la metodología de secuencias problematizadas de Martínez Torregrosa y colaboradores. Estos diseños son puestos a prueba en distintas condiciones experimentales con resultados favorables a corto y medio plazo (Autor, en revisión).

Propuestas de formación inicial de profesores de matemática: un estudio de proyectos político-pedagógicos de cursos en el estado de Paraná

Tesis de maestría

Autor: Prof. Msc. Moriel Junior, Jefferson Gomes
Director: Prof. Dirceu Guazzo el Dr. Moreira
Lugar: Centro de Ciencias Exactas de la Universidad Estatal de Londrina
Programa: Posgrado en Enseñanza de las Ciencias y Educación Matemática
Fecha: 11 de marzo de 2009
Palabras clave: Formación Inicial de Profesores de Matemática. Proyecto Político-pedagógico. Articulación Teoría-Práctica en la Formación de Profesores. Educación Matemática

Resumen

Con tutela de la profesora posdoctora Márcia de Costa Trindade Cyrino, investigamos propuestas de formación de profesores presentes en actuales proyectos político-pedagógicos (PPP) de cursos de licenciatura en Matemática en el Estado de Paraná (Brasil). De los veintinueve PPP existentes en ese estado en 2007 y 2008, tuvimos acceso a quince de esos proyectos y analizamos seis.

La fundamentación teórica de la investigación enfocó la formación inicial de profesores de Matemática. Buscamos presentar un panorama de problemas que vienen siendo frecuentemente apuntados en esa etapa de formación, los que representan desafíos a ser superados por los cursos (SBEM, 2003; Fiorentini et al., 2002). Sin desconsiderar las limitaciones inherentes a ese proceso de preparación profesional (Mizukami, 2004; Ponte, 2004; Chapman, 2007; Cyrino, 2006; Ponte, 2002), caracterizamos la licenciatura en Matemática según bases que pensamos adecuadas (Cyrino, 2007; 2006; Almeida; Biajone, 2007; Gauthier, 1998; Tardif, 2002; Shulman, 1986; Mizukami, 2004; Duarte, 2003; Ponte; Chapman, 2007; Fiorentini, 2005; Darling-Hammond; Baratz-Snowden, 2007; García, 1999), presentando también algunos enfoques que vienen siendo considerados efectivos para el desarrollo profesional de los futuros profesores (Ponte; Chapman, 2007; Fiorentini, 2005; 2003; 2002; Cyrino, 2007; 2006; Ponte; 2004), los cuales pueden contribuir, así, a afrontar desafíos. Entre los problemas formulados, discutimos, en particular, la cuestión de la desarticulación entre teoría-práctica en la formación inicial de profesores (Candau; Lelis, 1995; Pereira, 2005).

Se trata de un estudio documental, caracterizado como investigación según Bogdan y Biklen (1991), en el que realizamos un análisis interpretativo relacionando las informaciones presentes en los PPP (incluyendo resúmenes programáticos, objetivos y bibliografía de disciplinas), la legislación en vigor y la literatura revisada, utilizando citaciones de partes de esos documentos para validar nuestras inferencias. De ese modo, describimos el perfil profesional de los egresados, la organización curricular y recomendaciones metodológicas y analizamos propuestas en las que encontramos indicios de articulación teoría-práctica. Los resultados obtenidos evidencian:

1. la existencia de cinco características profesionales que se espera que el licenciado en Matemática haya desenvuelto al final del curso –conocimiento matemático, conocimiento sobre la enseñanza de matemática, visión holística del conocimiento, compromiso profesional y compromiso social– y 30 atributos profesionales relacionados;
2. que en términos de carga horaria, todos los cursos están en conformidad con la legislación y que las matrices curriculares difieren del modelo de formación «3 + 1»;
3. que la mitad de los PPP poseen indicios de articulación teoría-práctica en todas las disciplinas destinadas a la efectivización de la práctica como componente curricular, y en la otra mitad hay evidencias en apenas algunas disciplinas;
4. que la pasantía es planeada para ser realizada en los dos últimos años de los cursos, siendo que en la mitad de los

PPP existe la posibilidad de un diálogo entre la realidad vivida u observada por el licenciado en la escuela de Educación Básica y fundamentos teóricos de las ciencias;

5. que en la mayoría de los PPP las actividades académicas complementarias están asociadas a la participación de los licenciados en pasantías no obligatorias, eventos, monitorías académicas, proyectos de enseñanza, pesquisa o extensión y cursos realizados en el área de su formación;

6. que de modo general las recomendaciones metodológicas en relación con el trabajo formativo con los licenciados están de acuerdo con las indicaciones presentadas en el documento de la Sociedad Brasileña de Educación Matemática (SBEM, 2003);

7. la existencia de cuatro propuestas de formación con indicios de articulación teoría-práctica: pesquisa empírica del futuro profesor; trabajo de pesquisa de final de curso; tratamiento de matemática escolar dado por el curso de reflexión didáctico-pedagógica en el contexto de la enseñanza de la Matemática.

Además, elaboramos un cuadro-síntesis de propuestas que consideramos capaces de articular teoría-práctica en cursos de licenciatura en Matemática, fruto de un proceso de reflexión y diálogo entre resultados de esa investigación, nuestras experiencias y lecturas.

Esta tesis está disponible em http://www2.uel.br/cce/pos/mecem/pdf/Disertacoes/jeferson_junior_texto.pdf.

NOTICIA

Nos complace anunciar un nuevo reconocimiento del buen nivel de la revista *Enseñanza de las Ciencias*: nuestra revista ha sido recientemente incluida en la base de datos SCOPUS del prestigioso grupo ELSEVIER.

Scopus es una base de datos multidisciplinaria que incluye más de 14.000 publicaciones científicas, técnicas, médicas y de ciencias sociales procedentes de 4.000 editores internacionales

FE DE ERRATAS

Queremos hacer constar la presencia de diversas incorrecciones publicadas en el artículo «Reproducir y transformar la didáctica de las ciencias en un ambiente colaborativo» de Kenneth Tobin, en la revista *Enseñanza de las Ciencias*, n.º 28(3), de noviembre de 2010, pp. 301-314. Se trata de errores de concordancia sintáctica (femeninos y masculinos) y de puntuales omisiones de pronombres, artículos determinados, preposiciones, sustantivos, verbos y elementos gráficos de puntuación. Por otro lado, constatar que en el conjunto del redactado se localizaron dos párrafos de redacción confusa (pág. 303 y 308). Todos las equivocaciones mencionadas no son atribuibles al autor, sino al proceso de edición del artículo. El artículo correctamente editado se encuentra disponible en nuestro sitio web: <http://www.ensciencias.uab.es/>

